

Bekämpfung der Rotbeinigen Baumwanze *Pentatoma rufipes* L. in Birnen



Dr. Fabian Cahenzli, Dr. Claudia Daniel

29.10.2018

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	1
2.	Material & Methoden	2
2.1	Getestete Verfahren	2
2.2	Aufbau des Versuches	2
2.3	Erhebungen.....	4
2.3.1	Wanzen.....	4
2.3.2	Fruchtschäden	4
2.4	Statistische Datenanalyse	5
3.	Resultate und Diskussion.....	6
3.1	Klopfproben	6
3.2	Fruchtschäden	7
3.2.1	Sortenunterschiede	7
3.2.2	Effekt von Spinosad vor und nach der Blüte	10
4.	Zusammenfassung, Schlussfolgerungen, Ausblick.....	12
5.	Danksagung.....	13
6.	Literatur.....	13

I. Einleitung

Durch Wanzen verursachte Fruchtschäden an Birnen sind vermehrt ein Problem (Trautmann und Wetzler 2010, Kehrli et al. 2011, Belien et al. 2015, König 2015). Äusserlich erkennbar sind die Schäden als Einsenkungen der Fruchtoberfläche und Deformationen der Birnen, wobei das darunterliegende Fruchtfleisch durch Bildung von Steinzellen stark verhärtet sein kann (Steinigkeits oder Steinfrüchtigkeit) (König 2015). Diese Schäden entstehen durch die stechend-saugenden Mundwerkzeuge der Wanzen (König 2015) (Abbildung 1). Als Verursacher der Fruchtschäden wurde in mehreren Regionen die Rotbeinige Baumwanze *Pentatoma rufipes* L. (Heteroptera: Pentatomidae) ausgemacht (Trautmann und Wetzler 2010, Kehrli et al. 2011, Belien et al. 2015, König 2015). Einerseits wurde dieser Schädling mittels Klopfproben in den betroffenen Birnenanlagen stets in meist häufiger Anzahl nachgewiesen, andererseits konnte Kehrli et al. (2011) mit in Astkäfigen ausgesetzten *P. rufipes* das Schadbild hervorrufen. Nichts desto trotz wurden in den Klopfproben auch andere Wanzen, wie zum Beispiel die Grüne Stinkwanze *Palomena prasina* L. (Kehrli et al. 2011, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft 2011, König 2015) und die Graue Gartenwanze *Rhaphigaster nebulosa* L. (Belien et al. 2015) gefunden, welche ebenfalls Schäden verursachen könnten. Steinigkeit durch Steinzellenbildung bei Birnen können aber auch physiologische Ursachen haben (Bormangel) oder durch das „stony pit virus“ entstehen (Brown 1946).

Wanzen waren bisher weniger beachtete Schädlinge und wurden meist als Nebeneffekt anderer Schädlingsbekämpfungsmassnahmen mitreguliert (Kehrli et al. 2011, Belien et al. 2015). Gezielte Insektizideinsätze und das Verbot gewisser Wirkstoffe haben diesen Nebeneffekt aber verringert. Ein vermehrtes Wanzenaufkommen wurde aber auch schon früher beobachtet (Kehrli et al. 2011). Im Gegensatz zu den meisten anderen europäischen Wanzenarten aus der Familie der Pentatomidae (Saulich und Musolin 2012, 2014), überwintert *P. rufipes* nicht als adultes Tier, sondern als Nymphe im Entwicklungsstadium L2/L3 (Reichholf 2009, Kehrli et al. 2011, Saulich und Musolin 2012, 2014). Daher wirkt warmes Wetter zu Beginn der Saison sich stärker positiv auf deren Populationsentwicklung aus, als erhöhte Jahresdurchschnittstemperaturen (Reichholf 2009). Kehrli et al. (2011) zeigte, dass die Nymphen der Rotbeinigen Baumwanze vor allem nach der Blüte Schaden an den Birnen verursachen. Wanzennymphen generell (Bergmann und Raupp 2014, Morehead und Kuhar 2017), wie auch Nymphen von *P. rufipes* (Belien 2013), sind in der Regel anfälliger gegenüber Insektiziden als die Adulten. Dies macht eine Bekämpfung in der kritischen Phase für die Entstehung der Fruchtschäden vor oder nach der Blüte der Birnenbäume möglich. Die Eier dagegen werden im Sommer gut versteckt abgelegt (Kehrli et al. 2011) und sind so für direkte Bekämpfungsmassnahmen schwieriger zu erreichen.

Der Wirkstoff Spinosad ist vom Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) zur Bekämpfung von Fruchtwanzen (nicht Pentatomidae) im Kernobst vor oder nach der Blüte (BBCH 57-59 oder 69-71) bewilligt. In einem Versuch auf vier Betrieben in der Ostschweiz haben wir deshalb untersucht, ob Vor- oder Nachblütebehandlungen mit Spinosad die Rotbeinige Baumwanze und die verursachten Fruchtschäden an Birnen verringern können.



Abbildung 1: Rotbeinige Baumwanze, die an einer Birne saugt

2. Material & Methoden

2.1 Getestete Verfahren

Verfahren 1: Unbehandelte Kontrolle

Verfahren 2: Spinosad vor der Blüte (BBCH 57-59), 0.02 %, 0.32 l/ha

Verfahren 3: Spinosad nach der Blüte (BBCH 69-71), 0.02 %, 0.32 l/ha

2.2 Aufbau des Versuches

Alle drei Verfahren wurden auf allen vier Praxisbetrieben jeweils blockweise durch den Produzenten mit seiner betriebsüblichen Technik appliziert. Das Verfahren 1 (unbehandelte Kontrolle) lag zwischen den Verfahren 2 (Behandlung vor der Blüte) und 3 (Behandlung nach der Blüte) (Abbildung 2), mit Ausnahme von Betrieb 4 (Abbildung 3). Die Anzahl behandelter Baumreihen pro Block war je nach Betriebsgrösse unterschiedlich (Tabelle 1).

Tabelle 1: Informationen zu den Betrieben und Behandlungsterminen

Be- trieb	Lage	Sorte	Rei- hen	Anzahl Bäume pro Reihe	Verfahren			
1	8572 Berg	Conference	4	42	1: unbehandelt			
			4	43-46	2: vor der Blüte			
			4	50-60	3: nach der Blüte			
		Kaiser Alexan- der	4	42	1: unbehandelt			
			4	38-40	2: vor der Blüte			
			4	45	3: nach der Blüte			
		Celina	4	42	1: unbehandelt			
Betrieb	Lage	Sorte	Reihen	Anzahl Bäume pro Reihe	Verfahren	Behandlung	BBCH 13.04.2018	BBCH 25.04.2018
1	8572 Berg	Conference	4	42	1: unbehandelt	keine	56-59	67
			4	43-46	2: vor der Blüte	14.04.2018	56-59	67
			4	50-60	3: nach der Blüte	02.05.2018	56-59	67
		Kaiser Alexander	4	42	1: unbehandelt	keine	56-59	67
			4	38-40	2: vor der Blüte	14.04.2018	56-59	67
			4	45	3: nach der Blüte	02.05.2018	56-59	67
		Celina	4	42	1: unbehandelt	keine	56-59	65
			4	47	2: vor der Blüte	14.04.2018	56-59	65
			4	24-62	3: nach der Blüte	02.05.2018	56-59	65
2	9315 Winden	Conference	3	22	1: unbehandelt	keine	56-59	67-69
			3	25	2: vor der Blüte	13.04.2018	56-59	67-69
			3	23	3: nach der Blüte	27.04.2018	56-59	67-69
3	9314 Steinebrunn	Conference	3	24	1: unbehandelt	keine	56-59	67
			3	22	2: vor der Blüte	30.04.2018	56-59	67
			3	23	3: nach der Blüte	07.05.2018	56-59	67
4	8594 Güttingen	Kaiser Alexander	2	36	1: unbehandelt	keine	56-59	67
		Williams	2	48	2: vor der Blüte	14.04.2018	56-59	69-71
			2	55	3: nach der Blüte	04.05.2018	56-59	69-71

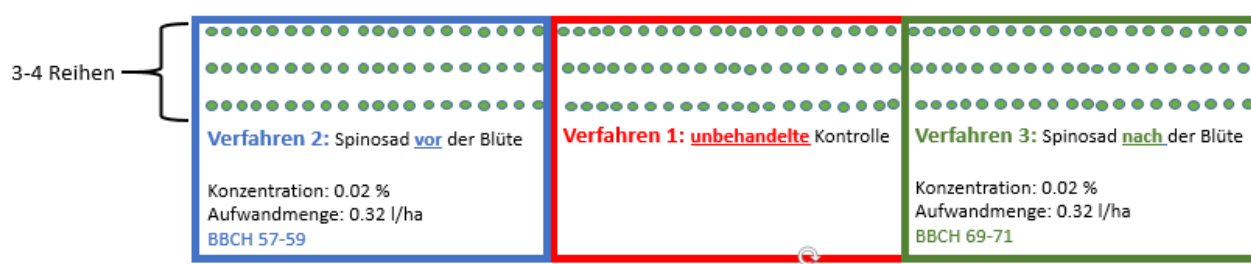


Abbildung 2: Versuchsanordnung auf den Betrieben 1-3



Abbildung 3: Versuchsanordnung auf Betrieb 4

2.3 Erhebungen

2.3.1 Wanzen

Der Ausgangsbefall mit Wanzen wurde vor der ersten Behandlung am 13.04.2018 mit einer Klopfprobe erhoben (BBCH 56-59). Eine zweite Klopfprobe erfolgte am 25.04.2018, elf Tage nach der ersten Behandlung (BBCH 67-71, Tabelle 1). Auf den Betrieben 1-3 wurden in jedem Block in der mittleren Baumreihe 100 Schläge an zufällig ausgewählten, genügend starken Ästen mit einem Stock durchgeführt (max. 5 Schläge pro Baum). Auf Betrieb 4 wurden die 100 Schläge in den Blöcken an der süd-östlich gelegenen Baumreihe an deren nord-westlicher Baumseite durchgeführt. Ein Insektenklopftrichter (0.26 m² Trichteröffnung) wurde direkt unter den geklopften Ast gehalten, um die herunterfallenden Wanzen zu fangen. Die Klopfproben wurden in 70 % Alkohol aufbewahrt und die darin enthaltenen Wanzen später gezählt.

2.3.2 Fruchtschäden

Fruchtschäden wurden am 19.06.2018 und 25.07.2018 bonitiert. Auf den Betrieben 1-3 wurden in der mittleren Baumreihe 100 Birnen pro Baumseite auf Wanzenschäden bonitiert. Auf Betrieb 4 wurden je 100 Früchte an den sich gegenüberliegenden Baumseiten der beiden Baumreihen bonitiert. Bei der zweiten Fruchtbonitur wurden auf den Betrieben 1-3 in der Sorte Conference, bei der die Wanzenschäden am deutlichsten zu sehen waren, in allen Blöcken zwei zusätzliche Baumreihen (insgesamt 600 Birnen pro Block) ausgewertet, um eine genauere Datengrundlage zu erhalten.

2.4 Statistische Datenanalyse

Die Klopffproben wurden wegen der geringen Fangzahl an Wanzen nicht statistisch ausgewertet. Bei der ersten Fruchtbonitur wurde einerseits die Anzahl deformierter Birnen über die Betriebe 1-3 analysiert. Betrieb 4 wurde wegen der fehlenden unbehandelten Kontrolle in der Sorte Kaiser Alexander nicht in die statistische Auswertung miteinbezogen. Zusätzlich wurde der Sorteneffekt auf die Anzahl deformierter Birnen spezifisch für Betrieb 1 getestet. Des Weiteren wurde die Anzahl deformierter und zusätzlich auch der klar deformierten Conference Birnen ausgewertet. Die Daten der zweiten Fruchtbonitur konnten nur für die Sorte Conference statistisch ausgewertet werden. Bei den anderen Sorten traten praktisch keine Wanzenschäden auf.

Zur Analyse der Fruchtschäden bei der ersten Bonitur wurden „linear mixed models“ (LMM) und das „R package nlme“ (Pinheiro et al. 2013) verwendet. Bei der zweiten Bonitur des Fruchtschadens kurz vor der Ernte an der Sorte Conference wurde ein „generalized linear mixed model“ (GLMM) mit Poisson-verteilten Fehlern und das „R package lme4“ (Bates et al. 2012) verwendet. Alle kompletten Anfangsmodelle enthielten die „fixed effects“ Verfahren und Baumseite und den „random effect“ Block. Alle kompletten Anfangsmodelle enthielten den „random effect“ Betrieb, ausser das Modell zur Analyse des Sortenvergleichs spezifisch auf Betrieb 1. Bei den Analysen spezifisch zur Sorte Conference wurde der „fixed effect“ Sorte nicht in den Modellen getestet. Da bei der zweiten Bonitur bei Conference drei Baumreihen pro Block bonitiert wurden, enthielt dieses Modell zusätzlich den „random effect“ Baumreihe. Die am besten passende „random effect“ Struktur wurde basierend auf dem tiefst möglichen AIC ausgewählt (Zuur et al. 2009). Das minimal adäquate Modell zur Analyse der Anzahl deformierter Birnen bei der ersten Bonitur enthielt den „random effect“ Betrieb und eine variable Varianzstruktur innerhalb und zwischen den Faktorstufen entlang der „fitted values“ (Zuur et al. 2009). Das minimal adäquate Modell zur Analyse der Anzahl deformierter Birnen bei der ersten Bonitur auf Betrieb 1 enthielt den „random effect“ Block. Das minimal adäquate Modell zur Analyse der Anzahl deformierter Conference Birnen bei der ersten Bonitur enthielt den „random effect“ Betrieb und eine variable Varianzstruktur innerhalb der Faktorstufen. Das minimal adäquate Modell zur Analyse der Anzahl klar deformierter Conference Birnen bei der ersten Bonitur enthielt den „random effect“ Betrieb. Das minimal adäquate Modell zur Analyse der Anzahl klar deformierter Conference Birnen bei der zweiten Bonitur enthielt den „random effect“ Baumreihe, geschachtelte innerhalb des Blocks und des Betriebs. Nicht signifikante „fixed effects“ (ausser Verfahren) wurden schrittweise aus den Modellen entfernt. Das GLMM wurde auf „overdispersion“ getestet und die Modellannahmen aller Modelle mittels optischer Überprüfung der Residuenverteilungen getestet. Das „R package multcomp“ wurde für Post-hoc Analysen verwendet (Hothorn et al. 2008).

3. Resultate und Diskussion

3.1 Klopffproben

An beiden Terminen wurden relativ wenige Wanzen in den Klopffproben gefunden (Tabelle 2). Die Erhebungen der Klopffproben verteilten sich über den ganzen Tag, weshalb ein ungünstiges Zeitfenster für die Klopffproben bezüglich Tageslicht oder Temperatur ausgeschlossen werden kann. Zudem war der April verglichen mit anderen Jahren sehr warm (Tabelle 3) und der Entwicklung der Wanzenpopulation stand daher nichts im Wege. Die Durchführung der Klopffproben erwies sich aber auf einigen Betrieben als schwierig: Auf Betrieb 1 war das Klopfen und Platzieren des Trichters zwischen den Ästen wegen der Stützhilfen und gespannten Drähte in der Anlage nicht ganz einfach. Beim Hantieren könnten sich so die Wanzen bereits fallen gelassen haben, oder die Schläge konnten nicht optimal durchgeführt werden. Die Bäume auf Betrieb 4 hatten starke Äste, wodurch die Schläge vermutlich nicht so effizient waren wie bei jüngeren Bäumen. Alles in Allem waren die Klopffproben daher möglicherweise nicht repräsentativ für die tatsächlichen Wanzenpopulationen in den untersuchten Birnenanlagen. Wegen des zusätzlich sehr hohen Risikos von Feuerbrand im Kernobst im Jahr 2018 wurde deshalb auf eine weitere Klopffprobe während des Versuches verzichtet. Für zukünftige Erhebungen wären visuelle Kontrollen eine Möglichkeit, da die L2 und L3 Nymphen wegen ihrer Grösse gut von blossen Auge erkennbar sind. Die Klopffproben zeigen trotzdem, dass *P. rufipes* während des kritischen Zeitfensters im Frühjahr auf allen Betrieben präsent war, lassen jedoch keine Rückschlüsse auf tatsächliche Befallstärke und räumliche Befallsverteilung zu. Auf Betrieb 1 wurden bei den Klopffproben eher Wanzen in der Sorte Celina gefunden, welche direkt am Waldrand steht. Obwohl *P. rufipes* in Ritzen der Rinde der Birnenbäume überwintert (Kehrli et al. 2011, Belien et al. 2015), sind andere Überwinterungshabitate nicht erforscht (Kehrli et al. 2011). *P. rufipes* wird als typischer Bewohner von Laubwäldern beschrieben (Dorow 2004, Saulich und Musolin 2014) und Trautmann und Wetzler (2010) gibt an, dass Birnenanlagen in Waldnähe eher gefährdet sind. Eine Ausbreitung der Wanzen in die Birnenanlage auf Betrieb 1 vom Wald her scheint daher plausibel.

Tabelle 2: Anzahl Wanzennymphen in den Klopffproben und bonitierte Fruchtschäden

Betrieb	Sorte	Verfahren	Anzahl Nymphen		Durchschnittlicher Anteil deformierter Birnen (%)	Durchschnittlicher Anteil an klar deformierten Birnen (%)	Durchschnittlicher Anteil an klar deformierten Birnen (%)
			13.04.2018	25.04.2018	19.06.2018	19.06.2018	25.07.2018
1	Celina	1: unbehandelt	1	1	1.0	0	0
1	Celina	2: vor der Blüte	0	0	4.5	0	0
1	Celina	3: nach der Blüte	2	5	6.0	1	0
1	Conference	1: unbehandelt	0	1	11.0	0	4.3
1	Conference	2: vor der Blüte	0	0	14.0	0	1.5
1	Conference	3: nach der Blüte	0	0	12.5	0	2
1	Kaiser Alexander	1: unbehandelt	0	0	11.0	0.5	0
1	Kaiser Alexander	2: vor der Blüte	0	0	6.5	0.5	0
1	Kaiser Alexander	3: nach der Blüte	0	0	6.5	0.5	0
2	Conference	1: unbehandelt	8	0	26.0	12	28.8
2	Conference	2: vor der Blüte	6	7	23.5	8	27.7
2	Conference	3: nach der Blüte	4	3	24.0	6.5	19.3
3	Conference	1: unbehandelt	3	3	40.0	13.5	29.8
3	Conference	2: vor der Blüte	3	0	34.5	7	20.8
3	Conference	3: nach der Blüte	1	1	24.0	4.5	16.2
4	Kaiser Alexander	1: unbehandelt	0	0	4.3	0.3	0.5
4	Williams	2: vor der Blüte	0	0	1.5	0	0
4	Williams	3: nach der Blüte	1	0	0.0	0	0.5

Tabelle 3: Temperaturen im April in den letzten sechs Jahren gemessen in Steinebrunn TG

Jahr	Mittlere Temperatur °C	Minimaltemperatur °C	Maximaltemperatur °C
2013	8.7	-2.8	24.3
2014	10.2	-1.6	22.5
2015	9.2	-3.9	22.5
2016	8.7	-2.7	22.6
2017	7.9	-4.2	22.5
2018	12.2	-2.2	26.2

3.2 Fruchtschäden

3.2.1 Sortenunterschiede

Der Anteil deformierter Birnen war bei der Birnensorte Conference im Vergleich zu den anderen Sorten signifikant höher (Abbildung 4A, 4B). Zusätzlich gab es klare Unterschiede im Fruchtschaden zwischen den Betrieben (Tabelle 2). Zum Beispiel gab es bei der Sorte Conference auf Betrieb 3 durchschnittlich nur 67.3 % und auf Betrieb 2 75.3 % unversehrte Birnen, wogegen es auf Betrieb 1 87.3 % unversehrte Conference-Birnen gab. Dies kann einerseits die Folge des lokal verschiedenen Wanzendrucks sein. Andererseits kann die Kulturführung oder der direkte Pflanzenschutz die Wanzenpopulation beeinflussen. Deshalb analysierten wir den Sorteneffekt zusätzlich spezifisch für Betrieb 1. Somit wollten wir ausschließen, dass der höhere Fruchtschaden an Conference lediglich auf einem unterschiedlichen Wanzendruck je nach Betrieb basierte. Auch die spezifische Analyse für Betrieb 1 zeigte aber, dass es bei Conference signifikant mehr deformierte Birnen gab als bei den anderen beiden untersuchten Sorten Kaiser Alexander und Celina (Abbildung 4C). Mögliche Erklärung für die Sortenunterschiede könnten sein, dass Conference von den Wanzen als

Mikrohabitat oder Nahrungsquelle bevorzugt wird. Conference könnte auch physiologisch sensibler auf die Einstiche der Wanzen reagieren und somit eher ein Schadbild zeigen. Andere Früchte wie Äpfel und Aprikosen reagieren zum Beispiel weniger auf Wanzenstiche als Birnen (Kehrli et al. 2011). Oder die Schäden an Conference werden durch andere physiologische Ursachen, wie z. B. Bormangel (Hasler und Gugerli Merkblatt 501), verstärkt.

Auch bei der zweiten Fruchtbonitur kurz vor der Ernte konnten bei den anderen Sorten als Conference nur wenige klar deformierte Birnen gefunden werden (Tabelle 2). Bei 600 kontrollierten Birnen über drei Blöcke in der Sorte Williams wurden nur zwei klar deformierte Birnen gefunden, wohingegen es bei Conference etliche klar deformierte Birnen gab (Abbildung 5).

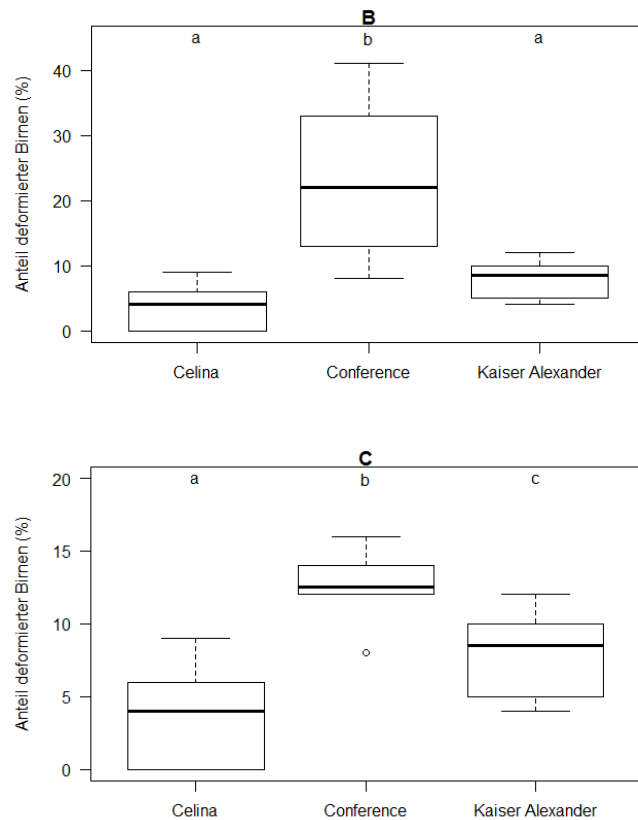
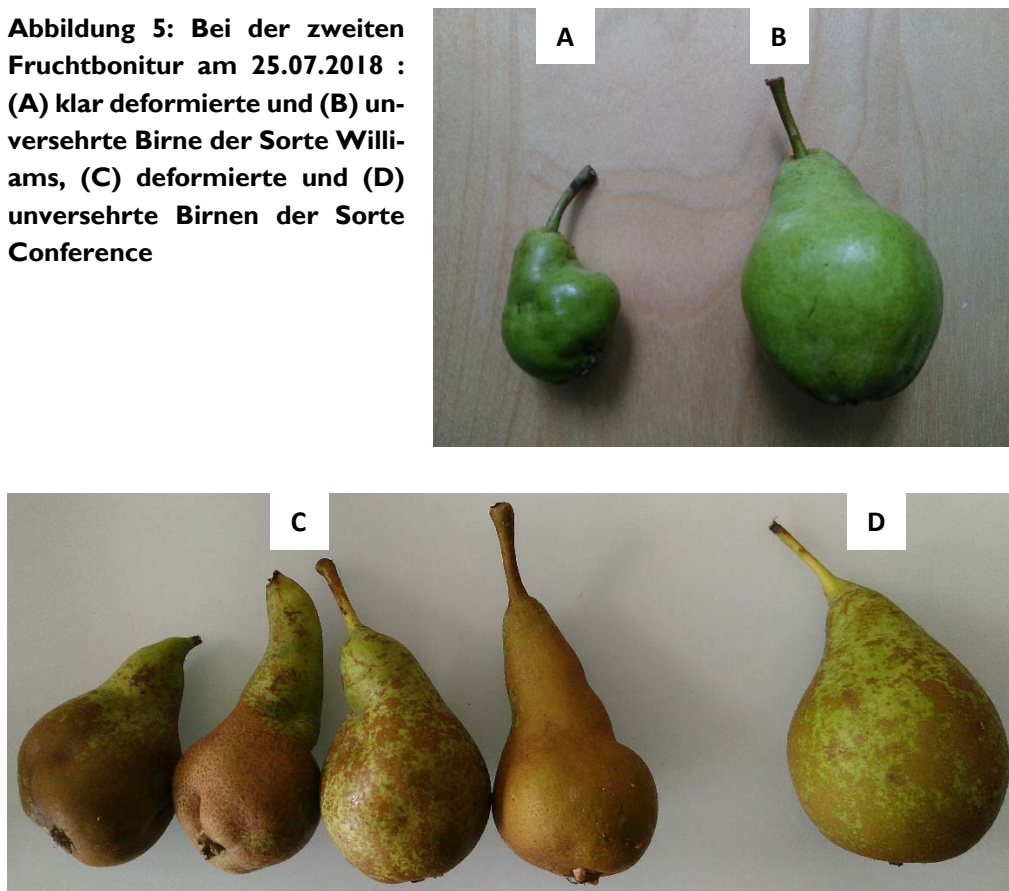


Abbildung 4: (A) Deformierte Conference und durchschnittlicher Anteil an deformierten Birnen pro Sorte bei der ersten Fruchtbönnur am 19.06.2018: (B) über die Betriebe 1-3 und (C) auf Betrieb I. Die Box repräsentiert das erste und dritte Quartil, die Mittellinie den Median. Die gestrichelten Linien entsprechen 1.5 × dem Interquartilabstand und Kreise zeigen Ausreisser. Verschiedene Buchstaben geben signifikante Unterschiede an („linear mixed models“: $P < 0.05$).

Abbildung 5: Bei der zweiten Fruchtbonitur am 25.07.2018 : (A) klar deformierte und (B) unversehrte Birne der Sorte Williams, (C) deformierte und (D) unversehrte Birnen der Sorte Conference



3.2.2 Effekt von Spinosad vor und nach der Blüte

Die Wanzenschäden bei der ersten Fruchtbonitur in den Sorten Kaiser Alexander und Celina waren gering und signifikante Unterschiede zur unbehandelten Kontrolle waren deshalb schwierig auszumachen. Über alle Birnensorten gesehen konnte weder die Spinosad-Behandlung vor ($t_{1,28} = 0.587$, $P = 0.562$) noch nach der Blüte ($t_{1,28} = 0.365$, $P = 0.718$) den Anteil an deformierten Birnen bei der ersten Fruchtbonitur signifikant verringern (Abbildung 6A). Aber auch bei der anfälligeren Sorte Conference konnte kein signifikanter Unterschied zwischen der unbehandelten Kontrolle und der Spinosad-Behandlung vor der Blüte ($t_{1,13} = 0.708$, $P = 0.491$) oder nach der Blüte ($t_{1,13} = 1.060$, $P = 0.309$) gefunden werden (Abbildung 6B). Im Gegensatz zu den generell deformierten Birnen zeigte die Analyse der klar deformierten Conference, dass die Spinosad-Behandlung vor der Blüte ($t_{1,13} = -2.238$, $P = 0.043$; Abbott 41.2 % Wirkung) und vor allem auch die Behandlung nach der Blüte ($t_{1,13} = -3.091$, $P = 0.009$; Abbott 56.9 % Wirkung) den Anteil an klar deformierten Conference Birnen signifikant senken konnte (Abbildung 6C). Möglicherweise können nicht alle Deformationen an den Birnen den Wanzen zugeschrieben werden. Wie bereits erwähnt gibt es auch phytopathologische und physiologische Beeinträchtigungen, die ähnliche Symptome an den Birnen hervorrufen (Brown 1946, Hasler und Gugerli Merkblatt 501).

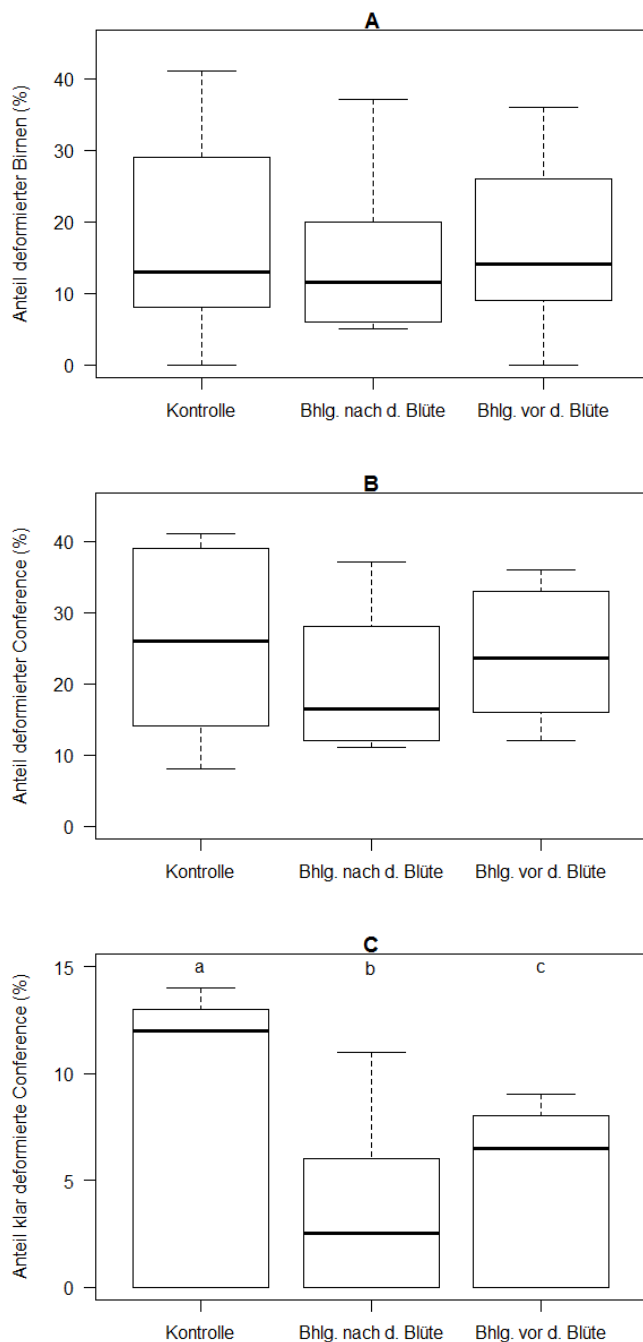


Abbildung 6: Anteil an deformierten Birnen bei der ersten Fruchtbönnur am 19.06.2018: (A) über alle Sorten der Betriebe 1-3 und (B) nur über die Sorte Conference. (C) Anteil an klar deformierten Conference Birnen. Die Behandlungen wurden entweder vor der Blüte oder nach der Blüte durchgeführt. Die Box repräsentiert das erste und dritte Quartil, die Mittellinie den Median. Die gestrichelten Linien entsprechen 1.5 × dem Interquartilabstand und Kreise zeigen Ausreisser. Verschiedene Buchstaben geben signifikante Unterschiede an („linear mixed models“: $P < 0.05$).

Die zweite Fruchtbönnur kurz vor der Ernte bestätigte den Kontrolleffekt der Spinosad-Behandlung nach der Blüte auf den Anteil klar deformierter Conference Birnen (Abbildung 7). Der Unterschied im Anteil klar deformierter Conference Birnen zwischen der unbehandelten Kontrolle und der Spinosad-Behandlung vor der Blüte ($Z_{1,48} = -1.901$, $P = 0.057$; Abbott 20.6 % Wirkung) war aber im Gegensatz zur Behandlung nach der Blüte ($Z_{1,48} = -3.537$, $P < 0.001$; Abbott 40.5 % Wirkung) nur marginal verschieden.

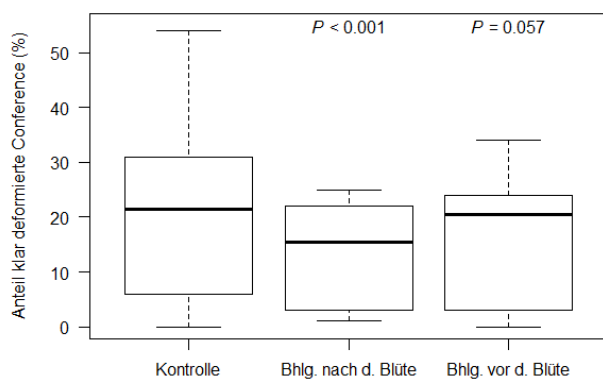


Abbildung 7: Anteil an klar deformierten Conference Birnen bei der zweiten Fruchtbonitur am 25.07.2018. Die Box repräsentiert das erste und dritte Quartil, die Mittellinie den Median. Die gestrichelten Linien entsprechen $1.5 \times$ dem Interquartilabstand. Die P-Werte geben die statistischen Unterschiede zur unbehandelten Kontrolle an („generalized linear mixed model“).

Die Wirkung von Spinosad auf *P. rufipes* konnte auch in anderen Studien gezeigt werden (Kehrli et al. 2011, Peusens und Belien 2012). Pyrethrum hat ebenfalls eine Wirkung auf *P. rufipes*, die aber z. T. nicht befriedigend war (Trautmann und Wetzler 2010, Peusens und Belien 2012, König 2015). Andere Laborstudien zur Kontrolle von *Halyomorpha halys* Stal (Hemiptera: Pentatomidae), ein anderer potentieller Wanzenschädling in Obstanlagen, zeigten, dass neben Spinosad auch Pyrethrum und Azadirachtin-A zum Teil eine gute Wirkung haben (Lee et al. 2014, Morehead und Kuhar 2017). Weder Pyrethrum noch Azadirachtin-A sind aber in der Schweiz zur Bekämpfung von Wanzen vom BLW zugelassen. Zudem müssen Labordaten zuerst im Feld validiert werden.

Spinosad, das zur Bekämpfung von Fruchtwanzen (nicht Pentatomidae) in der Schweiz zugelassen ist, hat aber auch eine toxische Wirkung auf den Wanzenparasitoid *Trichopoda pennipes* F. (Diptera: Tachinidae) (Tillman 2008). Längerfristig müssen deshalb andere, weniger toxische Methoden zur Kontrolle der Rotbeinigen Baumwanze gefunden werden. Eine gezielte Förderung natürlicher Gegenspieler von *P. rufipes* wäre zum Beispiel ein ökologischer Ansatz. Der Parasitoid *Phasia hemiptera* F. (Diptera: Tachinidae) wurde in adulten *P. rufipes* nachgewiesen (Sun und Marshall 2003) und generalistische Prädatoren könnten die Eier der Wanzen attackieren und dezimieren (Kehrli et al. 2011). Als eine weitere Bekämpfungsstrategie gilt das Kalken der Baumstämme oder deren Behandlungen mit Kaolin zur Störung der überwinterten Wanzen nymphen (König 2015). Pheromone für einen Massenfang wurden bis jetzt noch nicht erfolgreich entwickelt und angewendet (König 2015).

4. Zusammenfassung, Schlussfolgerungen, Ausblick

Die Erfassung der Wanzenpopulation mit Klopfproben erwies sich als schwierig. Daher braucht es zukünftig eine geeignetere Methode. Eine visuelle Kontrolle könnte in Folgeversuchen getestet werden.

Die Rotbeinige Baumwanze wurde auf allen vier Versuchsbetrieben nachgewiesen. Die Fruchtschäden an den Birnen schwankten aber klar zwischen den Betrieben.

Die Birnensorte Conference zeigte die deutlichsten Symptome an den Früchten. Ob diese Symptome ausschliesslich auf den Wanzenbefall zurückgeführt werden können, ist momentan nicht ganz klar. In weiteren Versuchen müssen Schadursachen und Symptomausprägung an verschiedenen Sorten genauer untersucht werden. Produzenten mit starken Fruchtschäden sollten bei allfälligen Neupflanzungen über eine Verwendung anderer Sorten nachdenken.

Die Behandlung mit Spinosad nach der Blüte konnte den Fruchtschaden signifikant verringern, die Wirkung der Spinosad-Behandlung vor der Blüte war hingegen weniger effektiv. Die Reduktion (nach Abbott) starker Deformationen der Birnen von 56.9 % (bei der ersten Fruchtbonitur am 19.06.2018) und 40.5 % (bei der zweiten Fruchtbonitur am 25.07.2018) durch die Spinosad-Behandlung nach der Blüte ist aber vermutlich nicht genügend gut. In weiterführenden Versuchen sollten andere, oder zusätzliche Kontrolloptionen getestet werden.

5. Danksagung

Ein ganz herzlicher Dank geht an die Birnenproduzenten für die Teilnahme an dieser Studie und an Anja Ackermann vom Bildungs- und Beratungszentrum Arenenberg, Patrick Stefani und Andi Häseli vom FiBL für die Mithilfe im Projekt.

6. Literatur

- Bates, D. M., M. Maechler, und B. Bolker. 2012. lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and Eigen. .
- Beliën, T. 2013. Integrated pest management in pip fruit orchards and the challenge to control stink bugs (Pentatomidae), Integrated Pest Management in horticulture: research for practice. Benelux Society for Horticultural Science (BNL-SHS), 9090 Melle, Belgium.
- Beliën, T., G. Peusens, H. Schoofs, und D. Bylemans. 2015. Stink Bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in Pear Orchards: Species Complex, Population Dynamics, Damage Potential and Control Strategies, pp. 415-420. In T. Deckers and J. Vercammen (eds.), Xii International Pear Symposium, vol. 1094.
- Bergmann, E. J., und M. J. Raupp. 2014. Efficacies of common ready to use insecticides against *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). Florida Entomologist 97: 791-800.
- Brown, G. G. 1946. A method of topworking pear trees for early maximum production and for reducing stony pit losses, Station bulletin. Oregon State System of Higher Education, Agricultural Experiment Station, Oregon State College, Corvallis.
- Dorow, W. H. O. 2004. Heteroptera (Wanzen). In W. H. O. Dorow, G. Flchtner and J.-P. Kopelke (eds.), Zoologische Untersuchungen 1990-1992. Kurzfassung, vol. 6/2.

- Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMULV), Hölderlinstraße 1-3, 65021 Wiesbaden.
- Hasler, T., und P. Gugerli. Merkblatt 501.** Viruskrankheiten der Birnbäume. Merkblatt: 3.
- Hothorn, T., F. Bretz, und P. Westfall. 2008.** Simultaneous inference in general parametric models. *Biometrical Journal* 50: 346-363.
- Kehrli, P., D. Pasquier, und H. Höhn. 2011.** Die Rotbeinige Baumwanze, ein sporadisch auftretender Schädling im Obstbau. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 4: 10-13.
- König, V. 2015.** Monitoring der Rotbeinigen Baumwanze. *Öko-Obstbau* 4: 18-22.
- Lee, D. H., B. D. Short, A. L. Nielsen, und T. C. Leskey. 2014.** Impact of organic insecticides on the survivorship and mobility of *Halyomorpha halys* (ST angstrom L) (Hemiptera: Pentatomidae) in the laboratory. *Florida Entomologist* 97: 414-421.
- Morehead, J. A., und T. P. Kuhar. 2017.** Efficacy of organically approved insecticides against brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* and other stink bugs. *Journal of Pest Science* 90: 1277-1285.
- Peusens, G., und T. Beliën. 2012.** Life cycle and control of the forest bug *Pentatoma rufipes* L. in organically managed pear orchards. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* 77: 663-666.
- Pinheiro, J., D. Bates, S. DebRoy, D. Sarkar, und R. C. Team. 2013.** Linear and Nonlinear Mixed Effects Models.
- Reichholf, J. H. 2009.** The Forest Bug *Pentatoma rufipes* in 10 years of light trap captures in Munich. *Entomofauna Zeitschrift für Entomologie* 30: 45-52.
- Saulich, A. K., und D. L. Musolin. 2012.** Diapause in the seasonal cycle of stink bugs (Heteroptera, Pentatomidae) from the temperate zone. *Entomological Review* 92: 1-26.
- Saulich, A. K., und D. L. Musolin. 2014.** Seasonal cycles in stink bugs (Heteroptera, Pentatomidae) from the temperate zone: Diversity and control. *Entomological Review* 94: 63-302.
- Sun, X., und S. A. Marshall. 2003.** Systematics of *Phasia Latreille* (Diptera: Tachinidae). *Zootaxa*, 276: 1-320.
- Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. 2011.** Grüne Stinkwanze (*Palomena prasina* L.). In F. Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Naturschutz [ed.]. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena, Germany.
- Tillman, G. 2008.** Laboratory effects of two organically-certified insecticides on *Trichopoda pennipes* (Diptera: Tachinidae). *Journal of Entomological Science* 43: 408-417.
- Trautmann, M., und H. Wetzler. 2010.** Die Baumwanze *Pentatoma rufipes* (L.), ein Fruchtschädling in Birnenanlagen des Bodenseegebietes. *Obstbau* 3: 30-133.
- Zuur, A. F., E. N. Ieno, N. J. Walker, A. A. Saveliev, und G. M. Smith. 2009.** Mixed effects models and extensions in ecology with R. Springer Science+Business Media ISBN 978-0-387-87457-9.